



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 24 092 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 M 17/00**  
G 01 L 5/13  
G 01 P 15/08  
B 60 P 5/00  
B 62 D 6/00  
B 60 R 16/02

⑲ Aktenzeichen: 197 24 092.5  
⑳ Anmeldetag: 7. 6. 97  
㉑ Offenlegungstag: 10. 12. 98

DE 197 24 092 A 1

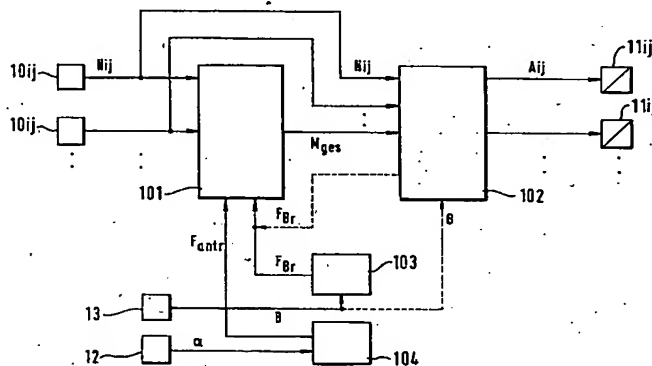
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Leimbach, Klaus-Dieter, Dr., 71696 Möglingen, DE;  
Veil, Hans, 71735 Eberdingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung der Fahrzeugmasse

⑤⑦ Die Erfindung betrifft die Ermittlung der Fahrzeugmasse bzw. die Erzeugung eines entsprechenden Signals, wobei insbesondere an ein Nutzkraftfahrzeug mit einem Zugfahrzeug und einem Anhänger/Auflieger gedacht ist. Das Fahrzeug weist dabei betätigbare Bremsenrichtungen auf, die insbesondere auf die Räder des Zugfahrzeugs und/oder auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken. Erfindungsgemäß wird wenigstens ein erster Beschleunigungswert, der die Fahrzeugbeschleunigung vor einer Betätigung der Bremsenrichtung repräsentiert, und wenigstens ein zweiter Beschleunigungswert, der die Fahrzeugbeschleunigung nach einer Betätigung der Bremsenrichtung repräsentiert, erfaßt. Die Fahrzeugmasse bzw. das die Fahrzeugmasse repräsentierende Signal wird dann in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten erfaßten Beschleunigungswert ermittelt bzw. erzeugt.



DE 197 24 092 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung der Fahrzeugmasse mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche.

Aus dem Stand der Technik sind vielerlei Systeme zur Steuerung bzw. Regelung der Fahrdynamik bei Kraftfahrzeugen bekannt. Hierbei steht insbesondere die Ansteuerung der Bremssysteme im Vordergrund. Bei solchen Systemen ist die möglichst genaue Kenntnis der Fahrzeugmasse von großer Bedeutung.

10 Handelt es sich bei dem Kraftfahrzeug um ein Nutzkraftfahrzeug mit einem Zugfahrzeug und einem Anhänger/Auflieger, so läßt sich eine optimale Abstimmung der Bremskräfte im Sinne von Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Fahrkomfort dann erreichen, wenn die Massen des Zugfahrzeugs und des Anhängers/Aufliegers möglichst genau bekannt sind. Ist die Masse des gesamten Lastzuges bekannt, so kann bei bekannter Masse des Zugfahrzeugs die Masse des Anhängers/Aufliegers bestimmt werden. Da aber bei Nutzkraftfahrzeugen bestimmungsgemäß große Unterschiede in der  
15 Zuladung und damit in der Gesamtmasse des Fahrzeugs auftreten, muß die Gesamtmasse und die Massenverteilung zwischen Zugfahrzeug und Anhänger/Auflieger stetig neu bestimmt werden. So kann durch eine geeignete Verteilung der Bremsmomente auf die einzelnen Radbremsen die Fahrstabilität gesteigert werden.

Aus der deutschen Patentanmeldung DE 42 28 413 ist es bekannt, die Gesamtmasse eines Fahrzeugs dadurch zu bestimmen, daß während eines Beschleunigungsvorgangs des Fahrzeugs die Fahrzeuglängsbeschleunigung und die zugehörigen An- bzw. Vortriebskräfte zu zwei unterschiedlichen kurz hintereinanderfolgenden Zeitpunkten zu messen. Abhängig von diesen Meßgrößen kann dann die Fahrzeugmasse ermittelt werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine möglichst genaue und einfache Massenbestimmung während weiterer Betriebszuständen des Fahrzeugs aufzuzeigen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

25

## Vorteile der Erfindung

Wie schon erwähnt betrifft die Erfindung die Ermittlung der Fahrzeugmasse bzw. die Erzeugung eines entsprechenden Signals, wobei insbesondere an ein Nutzkraftfahrzeug mit einem Zugfahrzeug und einem Anhänger/Auflieger gedacht  
30 ist. Das Fahrzeug weist dabei betätigbare Bremseinrichtungen auf, die insbesondere auf die Räder des Zugfahrzeugs und/oder auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken. Erfindungsgemäß wird wenigstens ein erster Beschleunigungswert, der die Fahrzeugbeschleunigung vor einer Betätigung der Bremseinrichtung repräsentiert, und wenigstens ein zweiter Beschleunigungswert, der die Fahrzeugbeschleunigung nach einer Betätigung der Bremseinrichtung repräsentiert, erfaßt. Die Fahrzeugmasse bzw. das die Fahrzeugmasse repräsentierende Signal wird dann in Abhängigkeit von dem ersten  
35 und zweiten erfaßten Beschleunigungswert ermittelt bzw. erzeugt. In diesem Zusammenhang ist mit der Betätigung der Bremseinrichtungen gemeint, daß die Bremseinrichtungen im Sinne einer Brems- bzw. Verzögerungswirkung zum Eingriff gelangt.

Der Kern der Erfindung besteht also darin, einen Bremsvorgang zur Massenbestimmung zu nutzen. Erfindungsgemäß werden dabei die Beschleunigungs- bzw. Verzögerungswerte des Fahrzeugs kurz vor und kurz nach der Einleitung des eigentlichen Bremsvorgangs betrachtet. Aus den zu diesen Zeitpunkten erfaßten Beschleunigungs- bzw. Verzögerungswerten des Fahrzeugs kann dann die Fahrzeugmasse in relativ einfacher Weise durch die ohnehin vorhandene Sensorik ermittelt werden.

Insbesondere ist es erfindungsgemäß vorgesehen, daß ein Bremswert erfaßt wird, der die durch die Betätigung der Bremseinrichtung bedingte Bremswirkung, insbesondere während der Erfassung des zweiten Beschleunigungswertes, repräsentiert. Die Fahrzeugmasse wird dann auch in Abhängigkeit von dem erfaßten Bremswert ermittelt.  
45

Bei einem Nutzkraftfahrzeug sind im allgemeinen pneumatisch oder hydraulisch-pneumatisch wirkende Bremsvorrichtungen vorgesehen, durch die die einzelnen Räder des Zugfahrzeugs und des Anhängers/Aufliegers, im allgemeinen durch Reibbelagbremsen, abgebremst werden können. Neben diesen Radbremseinrichtungen, die im allgemeinen nicht für den Dauerbetrieb ausgelegt sind, sind Dauerbremseinrichtungen wie ein Motorbremssystem und/oder Retarder vorgesehen. Diese Dauerbremseinrichtungen wirken im allgemeinen über den Antriebsstrang auf die angetriebenen Räder des Zugfahrzeugs.  
50

In einer sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Erfassung des zweiten Beschleunigungswert dann geschieht, wenn die Bremseinrichtungen noch nicht auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken. Dies hat folgenden Vorteil:

55 Im Normalbetrieb wird das Zugfahrzeug oft mit wechselnden Anhängern/Aufliegern betrieben. Diese Anhänger/Auflieger weisen oft sehr unterschiedliche Radbremseinrichtungen auf, weswegen es ohne aufwendige Anpassungen an jeden Anhänger/Auflieger schwierig ist, die genauen Bremswerte für den Anhänger/Auflieger, beispielsweise aus dem Bremsdruck, zu erlangen. Erfasst man den zweiten Beschleunigungswert dann, wenn die Bremseinrichtungen noch nicht auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken, so ist der Bremswert des Anhängers/Aufliegers zu diesem Zeitpunkt  
60 Null.

Wie schon erwähnt ist als betätigbare Bremseinrichtung wenigstens eine Radbremseinrichtung am Zugfahrzeug und/oder eine Dauerbremseinrichtung wie ein Retarder und/oder ein Motorbremssystem vorgesehen.

Zur Bestimmung des oben erwähnten Zeitpunktes, zu dem die Bremseinrichtungen noch nicht auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken, kann zum einen die Zeitverzögerung zwischen der Einspeisung von Bremsdruck in die Räder des Zugfahrzeugs und der Einspeisung von Bremsdruck in die Räder des Anhängers/Aufliegers ausgenutzt werden. Zum anderen können aber auch nur Bremsphasen zur Massenbestimmung genutzt werden, die durch die erwähnte Dauerbremseinrichtung nur auf die Räder des Zugfahrzeugs wirken. In diesem Fall werden vorteilhafterweise weder Kenntnisse bzgl. der Radbremsen des Zugfahrzeugs noch des Anhängers/Aufliegers benötigt.  
65

Im Falle von druckmittelbetätigten Radbremsen kann der Bremswert in Abhängigkeit von den Radbremsdrücken erfaßt werden. Im Falle von elektromotorisch betätigten Radbremsen kann der Bremswert in Abhängigkeit von einer die Betätigung repräsentierenden Größe erfaßt werden, während im Falle eines Retarders und/oder eines Motorbremssystems der Bremswert in Abhängigkeit von dem Retarder- und/oder Motorbremsmoment erfaßt werden kann.

Im letzteren Fall kann insbesondere vorgesehen sein, daß bei einem hydrodynamischen Retarder der Bremswert abhängig von einer den Hydraulikdruck repräsentierenden Größe erfaßt wird oder im Falle eines Motorbremssystems der Bremswert abhängig von der Stellung eines das Motorbremssystem aktivierenden Schalters erfaßt wird.

Weiterhin kann vorgesehen sein, daß ein den An- bzw. Vortrieb des Fahrzeugs repräsentierender Vortriebswert erfaßt wird und der erste Beschleunigungswert dann erfaßt wird, wenn der erfaßte Vortriebswert einen vorgebbaren Wert, insbesondere den Wert Null, aufweist oder unterschreitet. Auf diese Weise kann die Bestimmung der Kräfteverhältnisse bei der Erfassung des ersten Beschleunigungswertes vereinfacht werden.

Die Erfassung des ersten Beschleunigungswertes kann derart geschehen, daß ein den Fahrzeugverzögerungswunsch des Fahrers repräsentierender Verzögerungswert, beispielsweise die Stellung des Fahr- und/oder Bremspedals, erfaßt wird.

Die Erfassung des ersten Beschleunigungswertes geschieht dann, wenn der erfaßte Verzögerungswert einen vorgebbaren Wert, insbesondere den Wert Null, aufweist.

Besonders vorteilhaft ist es, den ersten und/oder den zweiten Beschleunigungswert tiefpaßzufiltern.

Sind die Eigenschaften der Radbremseinrichtungen des Anhängers/Aufliegers hinreichend bekannt, so kann ein dritter Beschleunigungswert dann erfaßt werden, wenn die Bremseinrichtungen auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken. Die Fahrzeugmasse kann dann auch in Abhängigkeit von dem dritten erfaßten Beschleunigungswert ermittelt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

### Zeichnung

Die Fig. 1 zeigt ein Übersichtsblockschaltbild der Erfindung, die Fig. 2 und 4 stellen zeitliche Verläufe während eines Bremsvorgangs dar, während die Fig. 3 mit den Teilen a und b den Ablauf eines Ausführungsbeispiels offenbart.

### Ausführungsbeispiel

Anhand der im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele soll die Erfindung beschrieben werden.

Die Fig. 1 zeigt dazu mit den Blöcken 10ij Raddrehzahlsensoren, die die Drehgeschwindigkeiten der Fahrzeugräder erfassen. Die Signale werden dem Block 101 zugeführt, der die Fahrzeuggesamtmasse  $M_{ges}$  ermittelt und diese dem Block 102 zuführt. Im Block 102 werden abhängig von der Gesamtmasse  $M_{ges}$  und den Raddrehzahlen  $N_{ij}$  die Bremssysteme 11ij, insbesondere die einzelnen Radbremssysteme, durch die Ansteuersignale  $A_{ij}$  dann angesteuert, wenn der Fahrer durch das Betätigungsglied 13 (Bremspedal und/oder Dauerbremsbetätigungsglied, Signal B) einen Brems- bzw. Verzögerungswunsch signalisiert.

Zur Massenbestimmung werden dem Block 101 weiterhin die Antriebskraft  $F_{antr}$  bzw. das Antriebsmoment von der Motorsteuerung 104 zugeführt. Darüber hinaus wird dem Block 101 die Bremskraft  $F_{Br}$  vom Radbremssteuergerät 102 und/oder vom Dauerbremssteuergerät 103 zugeführt. Der gibt durch die Stellung  $\alpha$  des Fahrpedals 12 einen Vortriebswunsch vor.

Bevor auf die einzelnen Ausführungsformen der Erfindung eingegangen wird, sollen zunächst einige grundsätzliche Betrachtungen angestellt werden.

### Allgemeine Betrachtung eines Bremsvorgangs

Ausgangspunkt für die Erfindung ist die eindimensionale Impulsbilanz des bewegten Lastzuges, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten angesetzt wird. Hierzu soll ein Bremsvorgang anhand der Fig. 2 skizziert werden.

Zu dem Zeitpunkt  $t_1$ , der vor dem Zeitpunkt  $T_4$ , an dem das Fahrzeug nicht gebremst wird, liegt, gilt:

$$M_{ges} \cdot a_1 = F_{antr1} + F_{Reib1} + F_{L1} + F_{St1} \quad (1)$$

mit

$M_{ges}$ : ( $=M_{Zug}+M_A$ ) Gesamtmasse des Lastzuges berechnet aus der Masse  $M_{Zug}$  des Zugfahrzeugs und der Masse des  $M_A$  des Anhängers/Aufliegers.

$a_1$ : Beschleunigung des Lastzuges zum Zeitpunkt  $t_1$ , der vor der Einleitung des Bremsvorgangs zum Zeitpunkt  $T_4$  liegt.

$F_{antr1}$ : Antriebskraft/Bremskraft des Fahrzeugmotors zum Zeitpunkt  $t_1$ .

$F_{Reib1}$ : Rollreibungskraft zum Zeitpunkt  $t_1$ .

$F_{L1}$ : Luftwiderstandskraft zum Zeitpunkt  $t_1$ .

$F_{St1}$ : Hangabtriebskraft zum Zeitpunkt  $t_1$ .

Zu dem Zeitpunkt  $t_2$ , der nach dem Einsatz einer oder mehrere der Fahrzeugbremssysteme zum Zeitpunkt  $T_4$  (während der Zeitspanne  $\Delta T_2$ ) liegt, muß in der Impulsbilanz zusätzlich die Bremskraft  $F_{Br}$  berücksichtigt werden:

$$M_{ges} \cdot a_2 = F_{antr2} + F_{Reib2} + F_{L2} + F_{St2} + F_{Br} \quad (2)$$

mit:

$a_2$ : Beschleunigung des Lastzuges zum Zeitpunkt  $t_2$ , der nach Einleitung des Bremsvorgangs zum Zeitpunkt  $T_4$  liegt.

$F_{antr2}$ : Antriebskraft/Bremskraft des Fahrzeugmotors zum Zeitpunkt  $t_2$ .

$F_{\text{Reib}2}$ : Rollreibungskraft zum Zeitpunkt  $t_2$ .  
 $F_{L2}$ : Luftwiderstandskraft zum Zeitpunkt  $t_2$ .  
 $F_{S2}$ : Hangabtriebskraft zum Zeitpunkt  $t_2$ .

- Setzt man nun voraus, daß die beiden Zeitpunkte  $t_1$  und  $t_2$ , zu denen die Fahrzeugbeschleunigungswerte  $a_1$  und  $a_2$  erfaßt werden, zeitlich relativ dicht aufeinanderfolgen, so kann davon ausgegangen werden, daß die Rollreibungskraft  $F_{\text{Reib}}$ , die Luftwiderstandskraft  $F_L$  und die Hangabtriebskraft  $F_S$  zu beiden Zeitpunkten gleich sind. Wählt man nun noch die beiden Erfassungszeitpunkte  $t_1$  und  $t_2$  derart, daß der Zeitpunkt  $t_1$  kurz vor Einleitung des Bremsvorgangs und der Zeitpunkt kurz nach Einleitung des Bremsvorgangs liegt, so kann auch davon ausgegangen werden, daß die Antriebs- bzw. Bremskraft  $F_{\text{antr}}$  des Fahrzeugmotors zu beiden Zeitpunkten in etwa gleich ist. Zur genauen Wahl der beiden Zeitpunkte  $t_1$  und  $t_2$  wird noch anhand der Beschreibung der beiden Ausführungsbeispiele genauer eingegangen werden.

Mit diesen Voraussetzungen ergibt sich durch Einsetzen der Gleichung (1) in Gleichung (2) für die Gesamtmasse  $M_{\text{ges}}$  des Lastzuges:

$$M_{\text{ges}} = \frac{F_{\text{Br}}}{a_2 - a_1} \quad (3)$$

- Sind allerdings die Einflüsse des Luftwiderstands, der Rollreibung, der Hangneigung und/oder des Motors bekannt, so können diese selbstverständlich in die Massenbestimmung einfließen. Bei bekannter Motorantriebs- oder Motorbremskraft folgt dann:

$$M_{\text{ges}} = \frac{F_{\text{antr}2} - F_{\text{antr}1} + F_{\text{Br}}}{a_2 - a_1} \quad (4)$$

- Da insbesondere im Falle eines Zugfahrzeugs mit Auflieger die sich nicht stark ändernde Masse des Zugfahrzeugs im allgemeinen bekannt ist, ergibt sich für die gesuchte Masse des Aufliegers:

$$M_A = M_{\text{ges}} - M_{\text{Zug}} \quad (5)$$

#### Ausführungsform 1

- Bei den gemäß der ersten Ausführungsform gewählten Zeitpunkte  $t_1$  und  $t_2$  (Erfassung der Fahrzeugbeschleunigungswerte  $a_1$  und  $a_2$ ) sind folgende Voraussetzungen zu nennen:

1. Der in die Radbremsen des Zugfahrzeugs einzuspeisende Bremsdruck und der Anlegedruck, der notwendig ist, damit die Radbremsbeläge zum Eingriff kommen, sind bekannt.
2. Die Radbremsen des Zugfahrzeugs sollen im zeitlichen Ablauf vor den Radbremsen des Anhängers/Aufliegers wirken.
3. Der (funktionale) Zusammenhang zwischen dem Radbremsdruck  $P_{\text{Br}}$  und der dadurch bewirkten Bremskraft  $F_{\text{Br}}$  soll bei den Radbremsen des Zugfahrzeugs bekannt sein:  $F_{\text{Br}} = f(P_{\text{Br}})$ .
4. Die Beschleunigung des Lastzuges soll bekannt sein, beispielsweise aus den Raddrehzahlen der nichtangetriebenen Räder.
5. Die in der Bewegungsrichtung des Lastzuges wirkende Gesamtmasse  $M_{\text{ges}}$  ist konstant. Das heißt, daß kein Anlagewechsel (Auftreffstoß) in der Kopplungsstelle zwischen Zugfahrzeug und Anhänger/Auflieger stattfinden soll.
6. Die Antriebs- oder Bremskraft  $F_{\text{antr}}$  des Fahrzeugmotors soll bekannt oder für die beiden Zeitpunkte  $t_1$  und  $t_2$  konstant sein. Bei modernen Motorsteuergeräten ist die Antriebs- oder Bremskraft  $F_{\text{antr}}$  im allgemeinen bekannt bzw. sie kann durch die im Motorsteuergerät vorliegenden Daten wie das (indizierte) Motorausgangsmoment berechnet werden.
7. Die Störeinflüsse bei der Bewegung des Lastzuges wie Rollreibung, Luftwiderstand und Hangabtrieb sind bekannt oder für die beiden Zeitpunkte  $t_1$  und  $t_2$  als konstant anzunehmen.

- Bei der anhand der Fig. 4 zu beschreibenden ersten Ausführungsform der Erfindung wird der erste Beschleunigungswert  $a_1$  zum dem Zeitpunkt  $t_1$  (im Zeitintervall zwischen  $T_0'$  und  $T_1'$  in Fig. 4) erfaßt, wenn beispielsweise der Fahrer des Fahrzeugs zum Zeitpunkt  $T_0'$  das Bremspedal 13 betätigt hat, die Fahrzeugbremsen aber noch nicht zum Zeitpunkt  $T_1'$  im Eingriff sind. Das heißt, daß das Fahrzeug unmittelbar vor einer Verzögerung durch die Radbremsen steht, diese aber noch keine Verzögerung hervorrufen. Dieser Zeitpunkt kann beispielsweise durch eine Auswertung des Bremslichtsignals detektiert werden.

- Ab dem Zeitpunkt  $T_1'$  liegen die Radbremsbeläge an und die dadurch bedingte Fahrzeugverzögerung beginnt. Bis zu dem Zeitpunkt  $T_2'$ , an dem die Radbremsen des Anhängers/Aufliegers anliegen, sollte der zweite Beschleunigungswert  $a_2$  erfaßt sein. Zwischen  $T_1'$  und  $T_2'$  findet eine Verzögerung des gesamten Lastzuges nur durch die Radbremsen des Zugfahrzeugs statt. Die in dem Zeitintervall zwischen  $T_1'$  und  $T_2'$  durch die Radbremsen bewirkte Bremskraft  $F_{\text{Br}}$  ist gemäß der obenerwähnten dritten Voraussetzung bekannt.

- Somit kann gemäß Gleichung (3) bzw. (5) die Gesamtmasse  $M_{\text{ges}}$  bzw. die Masse des Anhängers/Aufliegers bestimmt werden. Ist die Antriebskraft bekannt, so kommt selbstverständlich die Gleichung (5) zum Einsatz.

Ist für den Anhänger/Auflieger ebenfalls der Zeitpunkt mit dem zugehörigen Anlegedruck bekannt, so läßt sich eine dritte Impulsleichung aufstellen:

$$M_{ges} \cdot a_3 = F_{anr3} + F_{reib3} + F_{L3} + F_{St3} + F_{BrZ} + F_{BrA} \quad (6).$$

In dieser Beziehung sind dann zwei Bremskräfte zu berücksichtigen, die des Zugfahrzeugs  $F_{BrZ}$  und die des Anhängers/Aufliegers  $F_{BrA}$ . Die weiteren Größen entsprechen den schon beschriebenen, jedoch zum Zeitpunkt  $t_3$ , an dem sich die Radbremsen des Anhängers/Aufliegers in Eingriff befinden. Auch hierbei muß analog zur dritten Voraussetzung der Bremsdruck  $P_{BrA}$  des Anhängers/Aufliegers gemessen werden und eine Beziehung zwischen dem Anhänger/Aufliegerbremsdruck  $F_{BrA}$  und der Anhänger/Aufliegerbremskraft  $F_{BrA}$  bekannt sein:  $F_{BrA} = f(P_{BrA})$ .

Der durch den Beschleunigungswert  $a_3$  bestimmte Massenwert führt zu einer Redundanz in der Massenbestimmung, die Meßunsicherheiten vermindern kann.

Naturngemäß sind den gemessenen Größen Störungen, beispielsweise Rauschen, überlagert. Durch eine geeignete Mittelwertbildung über mehrere Messungen in den Zeitabschnitten zwischen  $T_1'$  und  $T_2'$  (Erfassung von  $a_1$ ) bzw.  $T_2'$  und  $T_3'$  (Erfassung von  $a_2$ ) bzw. nach  $T_3'$  (Erfassung von  $a_3$ ) lassen sich solche Störungen bei den Messungen vermindern.

#### Ausführungsform 2

Bei der beschriebenen ersten Ausführungsform muß zum einen der Anlegedruck der Radbremsen am Zugfahrzeug und zum anderen der Zusammenhang zwischen dem Radbremsdruck  $P_{Br}$  und der dadurch bewirkten Bremskraft  $F_{Br}$  bekannt sein.

Bei der zweiten Ausführungsvariante werden nur Bremsvorgänge zur Massenbestimmung herangezogen, bei denen die am Zugfahrzeug vorgesehene Dauerbremseinrichtung (Retarder und/oder Motorbremseinrichtung) zur Verzögerung benutzt wird. Damit ist automatisch sichergestellt, daß nur das Zugfahrzeug bremst.

Bei modernen Dauerbremseinrichtungen, insbesondere bei Retardern, liegen im entsprechenden Retardersteuergerät Informationen vor, aus denen auf die durch den Retarder bewirkte Bremskraft geschlossen werden kann. Weiterhin unterliegen solche Dauerbremssysteme im allgemeinen nicht dem Einfluß unter Umständen unbekannter Bremsbelag-Eigenschaften.

Die Beschreibung der zweiten Ausführungsvariante geschieht im folgenden anhand der Fig. 2 und 3 mit den Teilen a und b. Die schon teilweise beschriebene Fig. 2 zeigt dabei einen typischen Bremsvorgang und die Fig. 3 einen Programmablauf, der beispielsweise alle  $\Delta t = 10$  ms durchlaufen wird.

Nach dem Startschritt 301 wird im Schritt 302 abgefragt, ob die Antriebskraft größer Null ist. Ist dies der Fall, so befindet sich das Fahrzeug vor dem in der Fig. 2 gezeigten Zeitpunkt  $T_2$ , was bedeutet, daß ein Verzögerungsvorgang nicht unmittelbar beabsichtigt ist. In diesem Fall wird sofort zum Endschrift 308 übergegangen.

Wird jedoch im Schritt 302 das erste Mal festgestellt, daß keine Antriebskraft vorliegt (Zeitpunkt  $T_2$ ), so ist dies ein erstes Anzeichen darauf, daß ein Verzögerungsmanöver unmittelbar bevorsteht. Der Fahrer des Fahrzeugs wird in diesem Fall beispielsweise das Fahrpedal 12 in die Nullstellung setzen. In diesem Fall wird im Schritt 303 abgefragt, ob eine Bremskraft größer Null vorliegt. Ist dies nicht der Fall, so befindet man sich beispielsweise in dem in der Fig. 2 gezeigten Intervall  $\Delta T_1$ . Es wird dann im Schritt 304 die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{neu}$ , beispielsweise aus den Raddrehzahlen der nichtangetriebenen Räder, erfaßt, woraufhin im Schritt 305 die aktuelle Beschleunigung  $a_{neu}$  aus der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{neu}$ , dem vorhergehend erfaßten Wert  $V_{alt}$  und der Programmdurchlaufzeit  $\Delta t$  berechnet wird. Dies ist selbstverständlich beim ersten Durchlauf der Programmschleife ab Schritt 304 nicht möglich.

$$a_{neu} = \frac{V_{neu} - V_{alt}}{\Delta t} \quad (7)$$

Im Schritt 306 wird der so berechnete Wert  $a_1$  in bekannter Weise tiefpaßgefiltert zu:

$$a_1 = a_{1,alt} \cdot (1 - k) + k \cdot (a_{neu} - a_{1,alt}) \quad (8).$$

Im Schritt 307 werden die so ermittelten Wert  $a_1$  und  $V_{neu}$  gleich den Werten  $a_{alt}$  und  $V_{alt}$  gesetzt.

Nach dem Endschrift wird der Programmdurchlauf im vorgegebenen Takt erneut gestartet.

Kurz nach dem Zeitpunkt  $T_4$  wird im Schritt 303 zum ersten Mal festgestellt, daß die Bremskraft  $F_{Br}$  größer Null ist. Im Schritt 309 wird daraufhin abgefragt, ob eine Bremsung durch Dauerbremseinrichtung (Retarder/Motorbremse) oder eine Bremsung durch die Radbremse vorliegt. Bei einem Eingriff in die Radbremse wird sofort zum Endschrift 308 übergegangen und die Massenbestimmung abgebrochen.

Nur wenn ein ausschließlich durch den Retarder und/oder Motorbremse bewirkte Verzögerung ab dem Zeitpunkt  $T_4$  festgestellt wird, werden im Schritt 310 die aktuellen Werte für die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $V_{neu}$  und für die Bremskraft  $F_{Br}$  erfaßt. Gleichzeitig wird der vor dem Zeitpunkt  $T_4$  berechnete Längsbeschleunigungswert  $a_{1,alt}$  gleich  $a_1$  gesetzt.

Im Schritt 311 wird wie im Schritt 306 die aktuelle Fahrzeuglängsbeschleunigung  $a_2$

$$a_2 = \frac{V_{neu} - V_{alt}}{\Delta t} \quad (9)$$

berechnet.

Im darauffolgenden Schritt 312 wird (gemäß Gleichung 3) ein Wert  $M_{neu}$

$$M_{\text{neu}} = \frac{F_{\text{Br}}}{(a_1 - a_2)} \quad (4)$$

berechnet, woraufhin im Schritt 313 der Mittelwert  $\bar{M}$  über alle Massenwerte  $M_{\text{neu}}$  seit dem Bremsbeginn bei  $T_4$  gebildet wird. Im Schritt 314 wird der Wert  $V_{\text{alt}}$  aktualisiert, indem er gleich  $V_{\text{neu}}$  gesetzt wird.

Im Schritt 315 wird abgefragt, ob mehr als eine vorgebbare Zeit (beispielsweise 1sec) seit dem Bremsbeginn bei  $T_4$  vergangen ist. Ist dies nicht der Fall, so wird zum Endschrift 308 übergegangen, andernfalls wird im Schritt 316 die Gesamtmasse als der Mittelwert  $\bar{M}$  ausgegeben.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeugmasse, insbesondere bei einem Nutzkraftfahrzeug mit einem Zugfahrzeug und einem Anhänger/Auflieger, mit betätigbaren Bremseinrichtungen (103, 11ij), die insbesondere auf die Räder des Zugfahrzeugs und/oder auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken, bei dem
  - wenigstens ein erster Beschleunigungswert ( $a_1$ ), der die Fahrzeugbeschleunigung vor einer Betätigung (B, Aij) der Bremseinrichtung repräsentiert, erfaßt wird und
  - wenigstens ein zweiter Beschleunigungswert ( $a_2$ ), der die Fahrzeugbeschleunigung nach einer Betätigung der Bremseinrichtung repräsentiert, erfaßt wird und
  - die Fahrzeugmasse ( $M_{\text{ges}}$ ) in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten erfaßten Beschleunigungswert ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Bremswert ( $F_{\text{Br}}$ ) erfaßt wird, der die durch die Betätigung (B, Aij) der Bremseinrichtung (103, 11ij) bedingte Bremswirkung, insbesondere während der Erfassung des zweiten Beschleunigungswertes, repräsentiert, und die Fahrzeugmasse in Abhängigkeit von dem erfaßten Bremswert ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung des zweiten Beschleunigungswertes ( $a_2$ ) dann geschieht, wenn die Bremseinrichtungen (103, 11ij) nicht auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als betätigbare Bremseinrichtung wenigstens eine Radbremseinrichtung (11ij) am Zugfahrzeug und/oder eine Dauerbremseinrichtung (103) wie ein Retarder und/oder ein Motorbremssystem vorgesehen ist, wobei insbesondere vorgesehen ist, daß
  - im Falle von druckmittelbetätigten Radbremsen (11ij) der Bremswert ( $F_{\text{Br}}$ ) in Abhängigkeit von den Radbremsdrücken erfaßt wird und
  - im Falle von elektromotorisch betätigten Radbremsen (11ij) der Bremswert ( $F_{\text{Br}}$ ) in Abhängigkeit von einer die Betätigung repräsentierenden Größe erfaßt wird und
  - im Falle eines Retarders und/oder eines Motorbremssystems (103) der Bremswert ( $F_{\text{Br}}$ ) in Abhängigkeit von dem Retarder- und/oder Motorbremsmoment erfaßt wird, wobei insbesondere im Falle eines hydrodynamischen Retarders der Bremswert abhängig von einer den Hydraulikdruck repräsentierenden Größe erfaßt wird oder im Falle eines Motorbremssystems der Bremswert abhängig von der Stellung eines das Motorbremssystem aktivierenden Schalters erfaßt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein den Antrieb des Fahrzeugs repräsentierender Antriebswert ( $F_{\text{antr}}$ ) erfaßt wird und der erste Beschleunigungswert ( $a_1$ ) dann geschieht, wenn der erfaßte Antriebswert ( $F_{\text{antr}}$ ) einen vorgebbaren Wert (0) aufweist oder unterschreitet.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein den Verzögerungswunsch des Fahrers des Fahrzeugs repräsentierender Verzögerungswert ( $\alpha$ , B) erfaßt wird und die Erfassung des ersten Beschleunigungswertes ( $a_1$ ) dann geschieht, wenn der erfaßte Verzögerungswert einen vorgebbaren Wert aufweist.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und/oder der zweite Beschleunigungswert tiefpaßgefiltert werden.
8. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein dritter Beschleunigungswert ( $a_3$ ) dann erfaßt wird, wenn die Bremseinrichtungen auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken und die Fahrzeugmasse in Abhängigkeit von dem dritten erfaßten Beschleunigungswert ermittelt wird.
9. Vorrichtung zur Erzeugung eines die Fahrzeugmasse repräsentierenden Signals ( $M_{\text{ges}}$ ), insbesondere bei einem Nutzkraftfahrzeug mit einem Zugfahrzeug und einem Anhänger/Auflieger, mit betätigbaren Bremseinrichtungen (103, 11ij), die insbesondere auf die Räder des Zugfahrzeugs und/oder auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken, bei dem Mittel (101) vorgesehen sind, mittels derer
  - wenigstens ein erster Beschleunigungswert ( $a_1$ ), der die Fahrzeugbeschleunigung vor einer Betätigung (B, Aij) der Bremseinrichtung repräsentiert, erfaßt wird und
  - wenigstens ein zweiter Beschleunigungswert ( $a_2$ ), der die Fahrzeugbeschleunigung nach einer Betätigung der Bremseinrichtung repräsentiert, erfaßt wird und
  - das die Fahrzeugmasse repräsentierende Signal in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten erfaßten Beschleunigungswert erzeugt wird.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung des zweiten Beschleunigungswertes ( $a_2$ ) dann geschieht, wenn die Bremseinrichtungen nicht auf die Räder des Anhängers/Aufliegers wirken und/oder ein Bremswert ( $F_{\text{Br}}$ ) erfaßt wird, der die durch die Betätigung der Bremseinrichtung bedingte Bremswirkung, insbesondere während der Erfassung des zweiten Beschleunigungswertes, repräsentiert, und die Fahrzeugmasse in Ab-

hängigkeit von dem erfaßten Bremswert ermittelt wird.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

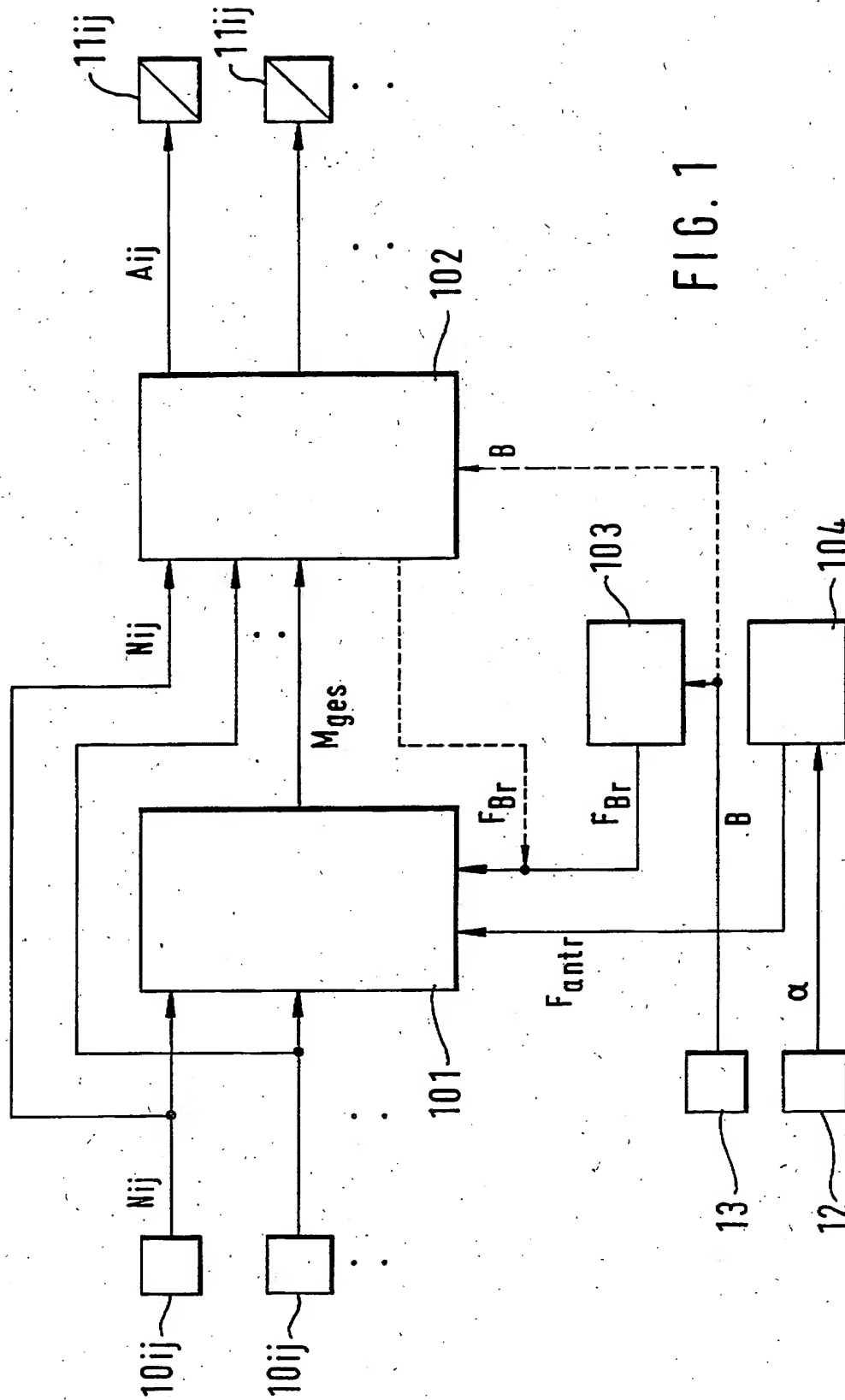
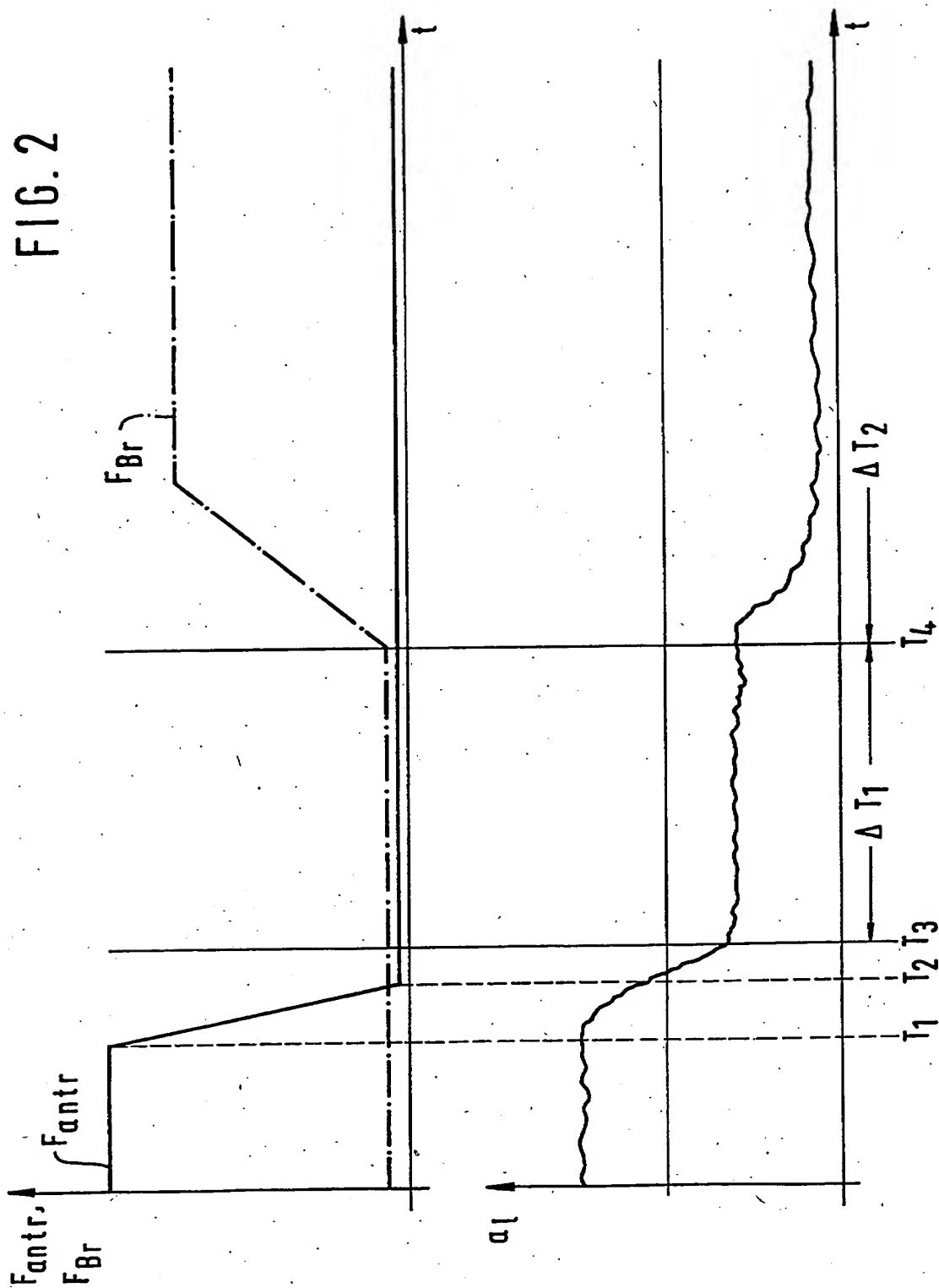


FIG. 1

FIG. 2



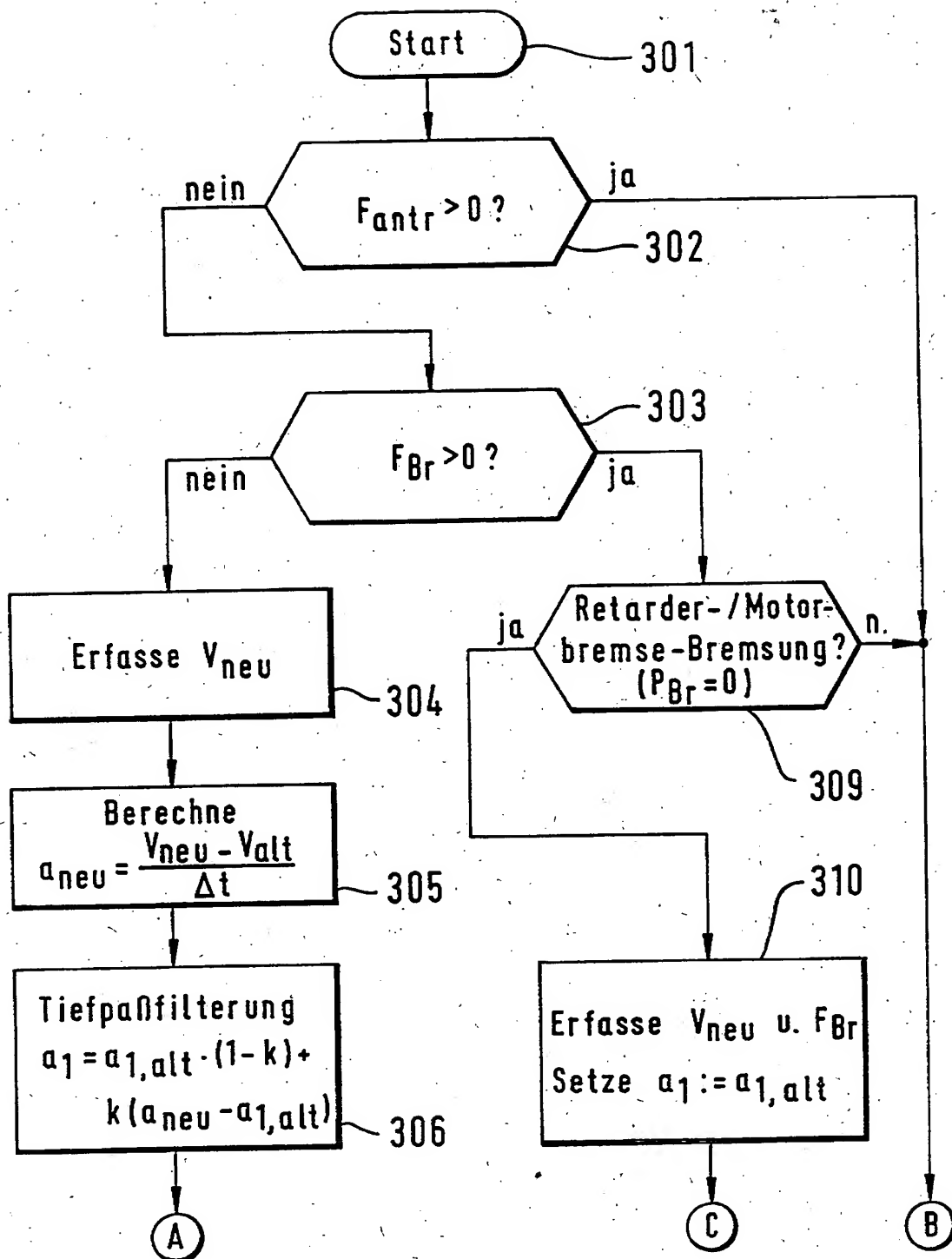


FIG. 3a

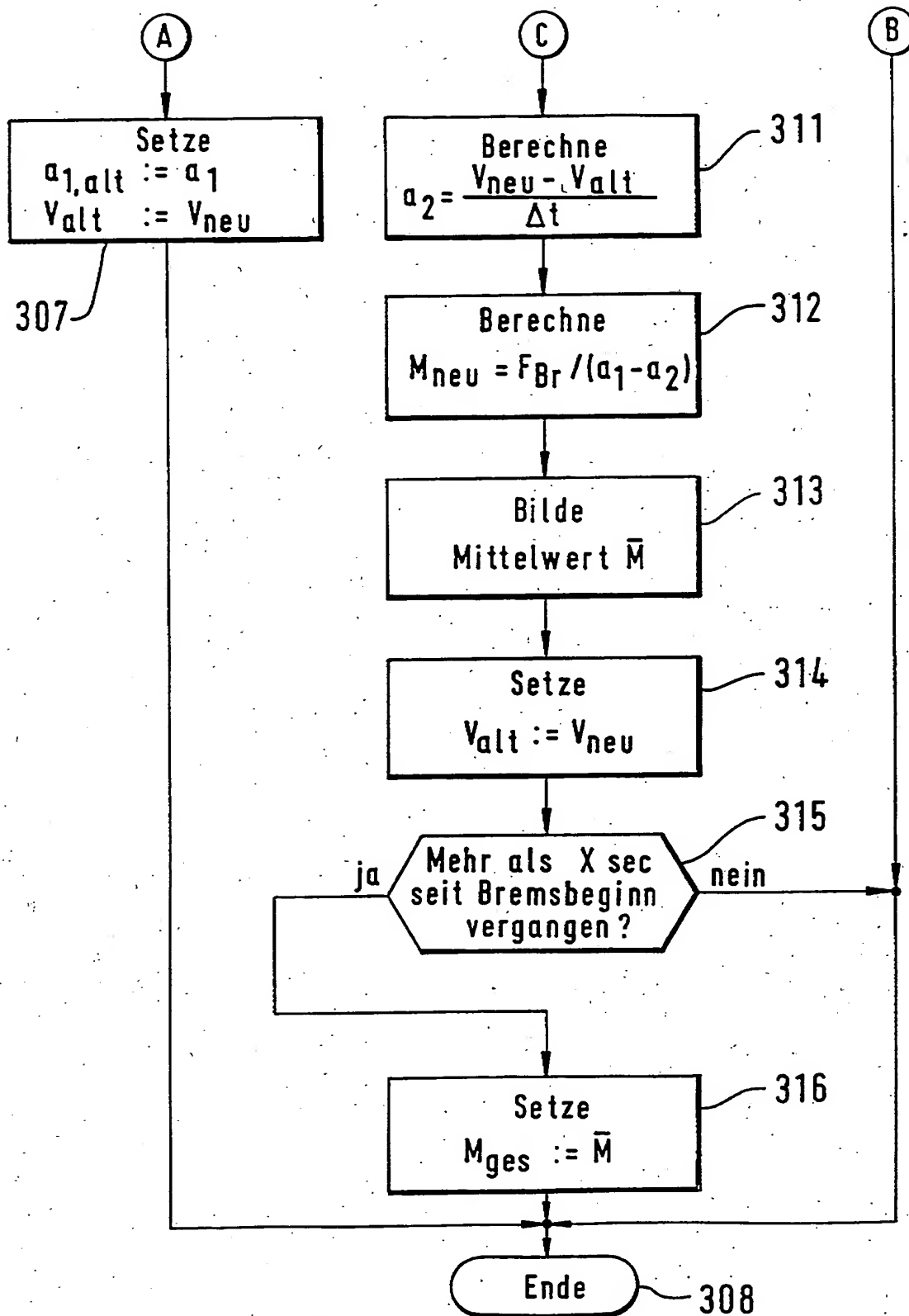


FIG. 3b

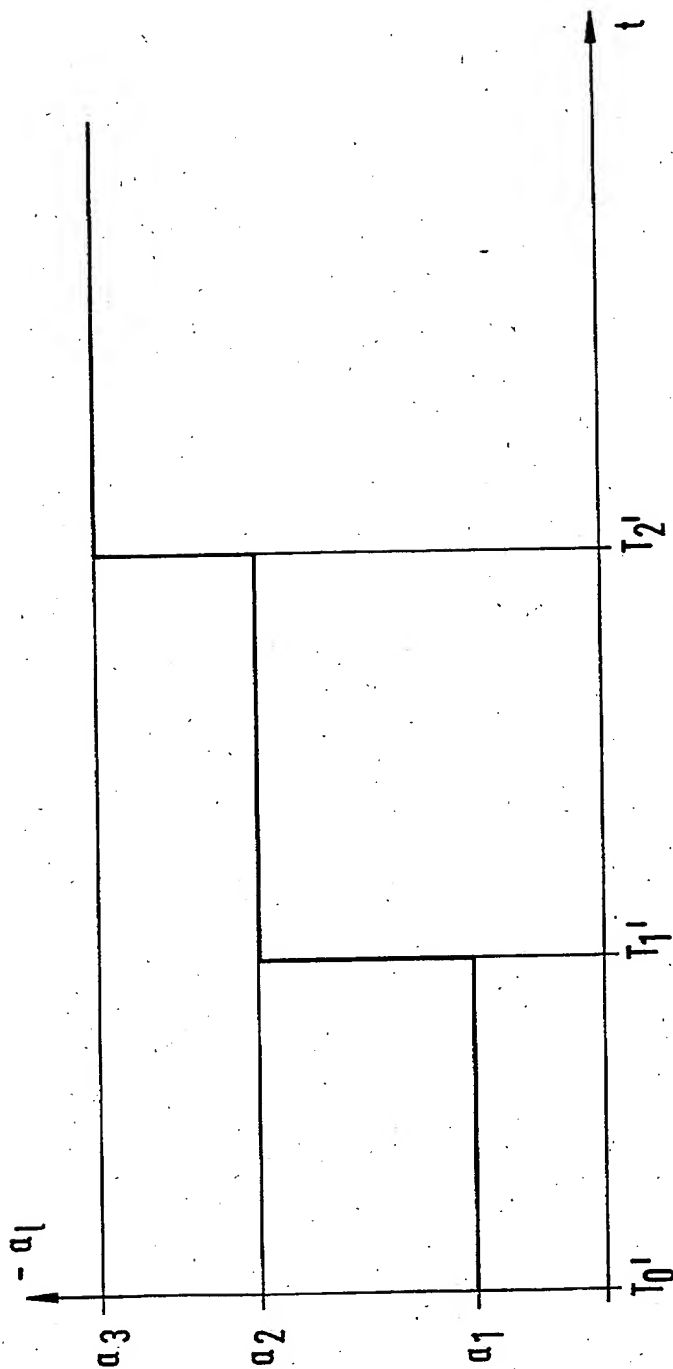


FIG. 4